

**No English titl available.**

Patent Number: DE19840161  
Publication date: 2000-03-16  
Inventor(s): KLESING JOACHIM (DE)  
Applicant(s): WEBASTO KAROSSERIESYSTEME (DE)  
Requested Patent: ☐ DE19840161  
Application Number: DE19981040161 19980903  
Priority Number(s): DE19981040161 19980903  
IPC Classification: H02H7/085; H02P7/00; B60J1/20; E05F15/10; E05F15/20  
EC Classification: H02H7/085B  
Equivalents: ☐ EP1110290 (WO0014845), JP2002525016T, ☐ WO0014845

---

**Abstract**

---

The invention relates to a method for moving a vehicle part between at least two positions and to a drive device for implementing said method. The vehicle part is driven by an electric motor (10), a pulse signal corresponding to the rotational movement of the electric motor (10) is generated and fed to a control unit (24) for controlling the electric motor (10), in which a value for the actual force effect on the vehicle part is determined from the pulse signal at given times. Said value is used as a criterion for deciding whether or not the electric motor (10) should be disconnected or reversed. Before connecting the electric motor (10) to the vehicle part, measurements are conducted on the electric motor (10) to determine the individual characteristic curve of the motor, wherein the measured values thus determined are used in determining the value of the force effect.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - I2



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 198 40 161 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**H 02 H 7/085**  
H 02 P 7/00  
B 60 J 1/20  
E 05 F 15/10  
E 05 F 15/20

②① Aktenzeichen: 198 40 161.2  
②② Anmeldetag: 3. 9. 1998  
②③ Offenlegungstag: 16. 3. 2000

DE 198 40 161 A 1

⑦① Anmelder:  
Webasto Karoseriesysteme GmbH, 82131  
Stockdorf, DE  
  
⑦④ Vertreter:  
Wiese, G., Dipl.-Ing. (FH), Pat.-Anw., 82152 Planegg

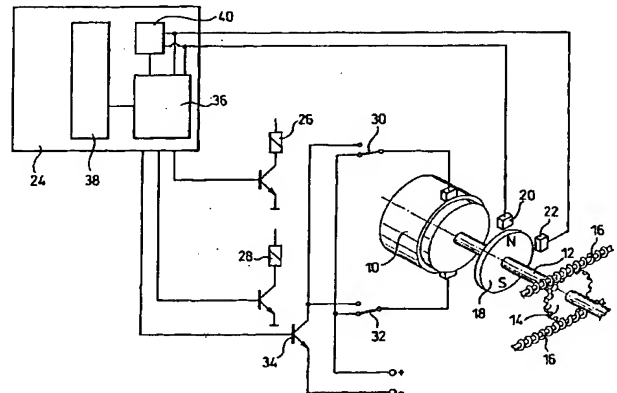
⑦② Erfinder:  
Klesing, Joachim, 80992 München, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ **Antriebsvorrichtung und Verfahren zum Verstellen eines Fahrzeugteils**

⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verstellen eines Fahrzeugteils zwischen mindestens zwei Stellungen sowie eine Antriebsvorrichtung zum Ausführen dieses Verfahrens. Das Fahrzeugteil wird dabei von einem Elektromotor (10) angetrieben, ein Pulssignal wird entsprechend der Drehbewegung des Elektromotors (10) erzeugt und einer Steuereinheit (24) zum Steuern des Elektromotors (10) zugeführt, in welcher zu bestimmten Zeitpunkten aus dem Pulssignal ein Wert für die aktuelle Krafteinwirkung auf das Fahrzeugteil bestimmt wird. Dieser Wert wird als ein Kriterium bei der Entscheidung verwendet, ob der Elektromotor (10) abgeschaltet bzw. reversiert wird oder nicht. Vor dem Anschluß des Elektromotors (10) an das Fahrzeugteil werden an dem Elektromotor (10) Messungen zur Ermittlung der individuellen Motorkennlinie vorgenommen, wobei die so ermittelten Meßwerte bei der Bestimmung des Werts der Krafteinwirkung verwendet werden.



DE 198 40 161 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verstellen eines Fahrzeugteils zwischen mindestens zwei Stellungen gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1 sowie eine Antriebsvorrichtung für ein zwischen mindestens zwei Stellungen verstellbares Fahrzeugteil gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 13.

Aus der DE 43 21 264 A1 ist ein gattungsgemäßes Verfahren sowie eine gattungsgemäße Antriebsvorrichtung bekannt, wobei ein Elektromotor eine Kfz-Fensterscheibe antreibt. Mittels zweier um 90 Grad versetzter Hall-Sensoren, die mit einem auf der Motorwelle angeordneten Magneten zusammenwirken, wird ein Signal erzeugt, aus welchem die momentane Periodendauer der Motordrehung und damit die momentane Drehzahl des Motors zu jedem Zeitpunkt, zu dem ein solches Signal an einer Steuereinheit zum Steuern des Motors eingeht, bestimmt wird. Sobald die momentane Drehzahländerung, die sich aus der Differenz zweier aufeinanderfolgender Drehzahl-Meßwerte ergibt, einen vorgegebenen Schwellwert übersteigt, wird der Motor reversiert, um einen eventuell eingeklemmten Gegenstand freizugeben.

Aus der DE 195 11 581 A1 ist eine ähnliche Antriebsvorrichtung bekannt, bei welcher jedoch der Schwellwert positionsabhängig variabel gewählt ist, wobei in einem Speicher für bestimmte Positionen des Verstellwegs die in einem früheren Lauf erfaßte Geschwindigkeitsänderung zwischen zwei benachbarten Positionen gespeichert ist, um daraus in Abhängigkeit von der letzten aktuell erfaßten Position und Geschwindigkeit den Abschaltswellwert für die Geschwindigkeit jeweils positionsabhängig zu berechnen.

Aus der DE-OS 29 26 938 ist bekannt, bei einem Schiebedachantrieb in gleichbleibenden zeitlichen Abständen die Motordrehzahl zu erfassen, die Differenzen aufeinanderfolgender Werte zu bilden, diese Differenzen aufzuaddieren, wenn sie größer als ein vorbestimmter Schwellwert sind, und ein Abschalten oder Reversieren des Motors auszulösen, sobald die aufaddierte Summe einen vorbestimmten Schwellwert übersteigt.

Aus der DE 43 12 865 A1 ist eine Antriebsvorrichtung für ein Kfz-Fenster bekannt, welche die Motordrehzahl mittels zweier Hall-Detektoren erfaßt und bei Überschreiten eines Schwellwerts für die relative Änderung der Drehzahl den Motor reversiert. Dabei wird der Schwellwert in Abhängigkeit von der erfaßten Motorspannung und der durch einen Temperatursensor am Motor ermittelten Umgebungstemperatur ständig neu berechnet. Dabei werden auch die Stand/Betriebszeiten des Motors berücksichtigt, um von der Motortemperatur auf die Umgebungstemperatur schließen zu können.

Aus der DE 196 18 219 A1 ist bekannt, bei einem Schiebedachantrieb die Drehzahlsschwelle bzw. die Drehzahländerungsschwelle des Motors, ab welcher ein Reversieren des Motors erfolgt, aus den positionsabhängigen Drehzahl-daten eines vorher erfolgten Referenzlaufs abhängig von der Position des Deckels zu ermitteln.

Nachteilig bei diesen gattungsgemäßen die Drehzahl erfassenden Systemen ist, daß bedingt durch die individuellen Schwankungen der Kennlinien der verwendeten Motoren auch die Zuordnung von gemessener Motordrehzahl zum entsprechenden Motordrehmoment, d. h. der entsprechenden Krafteinwirkung auf das verstellbare Fahrzeugteil, diesen zufälligen Schwankungen unterworfen ist, was Ungenauigkeiten bei der Erfassung eines Einklemmfalls zur Folge hat.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Antriebsvorrichtung für ein zwischen mindestens zwei Stellungen bewegliches Fahrzeugteil sowie ein Verfahren zum Ver-

stellen eines beweglichen Fahrzeugteils zwischen mindestens zwei Stellungen zu schaffen, mittels denen eine bessere Genauigkeit bei der Erfassung eines Einklemmfalls erreicht wird.

5 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1 sowie eine Antriebsvorrichtung gemäß Anspruch 13.

Bei dieser erfindungsgemäßen Lösung ist vorteilhaft, daß Schwankungen der individuellen Motorkennlinie des verwendeten Elektromotors kompensiert werden können, so daß eine genauere Ermittlung des Motordrehmoments und damit der Krafteinwirkung auf das verstellbare Fahrzeugteil ermöglicht wird, wodurch die Genauigkeit der Erfassung eines Einklemmfalls verbessert werden kann.

15 In bevorzugter Weiterbildung der Erfindung wird der Zeitpunkt des Eingangs eines jeden Pulssignals an der Steuereinheit erfaßt, aus mindestens einem Teil dieser bisher gemessenen Zeitpunkte wird jeweils ein Wert für die Änderung der Motordrehzahl bestimmt und aus jedem Drehzahländerungswert wird durch Multiplikation mit einem Proportionalitätsfaktor ein Kraftänderungswert berechnet, der bei der Bestimmung des Werts für die momentane Krafteinwirkung auf das bewegliche Fahrzeugteil verwendet wird.

Dieser Proportionalitätsfaktor wird vorzugsweise in Abhängigkeit von der Motorkennlinie gewählt.

25 Vorzugsweise wird die Motorkennlinie vor Inbetriebnahme ohne angetriebenes Fahrzeugteil für mindestens eine Motorspannung ermittelt, wobei bei fester Motorspannung vorzugsweise zwei Wertepaare von Drehzahl und Drehmoment gemessen werden.

30 Ferner ist der Proportionalitätsfaktor vorzugsweise auch in Abhängigkeit von der Motortemperatur gewählt, wobei die Motortemperatur vorzugsweise dadurch abgeschätzt wird, daß die Umgebungstemperatur und die Betriebsdauer des Motors erfaßt wird.

Weitere bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Im folgenden sind zwei Ausführungsformen der Erfindung anhand der beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

40 Fig. 1 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Antriebsvorrichtung,

Fig. 2 eine graphische Darstellung eines beispielhaften zeitlichen Verlaufs der Periodendauer der Motordrehung,

45 Fig. 3 eine schematische Darstellung einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Bestimmung eines Einklemmfalls, und

Fig. 4 schematisch ein Fahrzeugdach zur Veranschaulichung des Verfahrens gemäß Fig. 3.

50 Unter Bezugnahme auf Fig. 1 treibt ein Gleichstrommotor ausgebildeter Elektromotor 10 über eine Welle 12 ein Zahnritzel 14 an, welches mit zwei zug- und drucksteif geführten Antriebskabeln 16 im Eingriff steht. Zwischen dem Elektromotor 10 und dem Ritzel 14 liegt optional noch ein nicht dargestelltes Schneckengetriebe. Die beweglichen Deckel 54 von Fahrzeug-Schiebedächern, heute überwiegend als Schiebe-Hebe-Dächer oder Spoilerdächer ausgeführt, werden meistens mittels solcher Antriebskabel 16 angetrieben. Die Fensterheber einer Kfz-Tür wirken oft über eine Seiltrommel und ein glattes Seil auf das bewegbare Teil, d. h. die Scheibe. Für die folgende Betrachtung ist es gleichgültig, wie die Krafteinleitung auf das bewegliche Fahrzeugteil erfolgt. Bevorzugt wird der Deckel 54 eines Schiebe-Hebe-Daches angetrieben, der jedoch wegen der besseren Übersichtlichkeit nur in Fig. 4 dargestellt ist.

65 Auf der Welle 12 ist ein Magnetrad 18 mit wenigstens einem Süd- und einem Nordpol drehfest angebracht. Selbstverständlich können auch mehrere, beispielsweise je vier

Nord- und Südpole am Magnetrad **18** angeordnet sein, wodurch die Periodendauer der Signale entsprechend verkürzt wird. In Umfangsrichtung um etwa 90 Grad versetzt sind nahe des Magnetrads **18** zwei Hall-Sensoren **20**, **22** angeordnet, die jeweils bei jedem Durchgang des Nord- bzw. Südpols des Magnetrads **18** ein Impulssignal an eine mit einem Mikroprozessor **36** und einem Speicher **38** versehene Steuereinheit **24** abgeben, die somit etwa bei jeder Viertelumdrehung der Welle **12** ein Signal empfängt. Die Periodendauer ergibt sich jeweils aus dem Abstand zweier aufeinanderfolgender Signale an demselben Sensor **20** bzw. **22**, die im Abstand einer vollen Umdrehung der Welle **12** eingehen. Wegen der 90 Grad-Anordnung der beiden Sensoren **20**, **22** wird die Periodendauer abwechselnd aus der zeitlichen Differenz der beiden letzten Signale an dem Sensors **20** bzw. **22** berechnet, so daß jede Viertelumdrehung ein neuer Wert der Periodendauer zur Verfügung steht. Durch diese Art der Bestimmung der Periodendauer wirken sich Abweichungen von der exakten 90 Grad-Geometrie der Sensoranordnung nicht auf die Periodendauer aus, wie dies bei einer Bestimmung der Periodendauer aus der Zeitdifferenz zwischen dem letzten Signal des einen Sensors und des anderen Sensors der Fall wäre.

Aufgrund der Phasenverschiebung der Signale der beiden Sensoren **20**, **22** kann auch die Drehrichtung bestimmt werden. Zusätzlich kann aus den Signalen der Hall-Sensoren **20**, **22** auch die aktuelle Position des Deckels **54** ermittelt werden, indem diese Signale einem der Steuereinheit **24** zugeordneten Zähler **40** zugeführt werden.

Die Drehrichtung des des Elektromotors **10** kann von der Steuereinheit **24** über zwei Relais **26**, **28** mit Umschaltkontakten **30**, **32** gesteuert werden. Die Drehzahl des Motors **10** wird durch Pulsbreitenmodulation über einen von der Steuereinheit **24** angesteuerten Transistor **34** gesteuert werden.

Aus dem Zeitpunkt des Signaleingangs von den Hall-Sensoren **20** bzw. **22** bestimmt der Mikroprozessor **36** die momentane Periodendauer der Umdrehung der Welle **12** und somit auch des Elektromotors **10**. Somit steht etwa zu jeder Viertelumdrehung der Welle **12** ein Meßwert für die Periodendauer zur Verfügung. Um auch zwischen diesen Zeitpunkten einen Einklemmschutz zu gewährleisten, werden ständig in einem festen Zeitraster, z. B. nach jeweils 1 ms, Schätzwerte für die Periodendauer aus vorangegangenen Meßwerten der Periodendauer extrapoliert, beispielsweise nach folgender Formel:

$$T^*[k] = T[i] + k \cdot (a_1 \cdot T[i-1] + a_2 \cdot T[i-2] + a_3 \cdot T[i-3]) \quad (1)$$

wobei  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$  Parameter sind,  $i$  ein Index ist, der bei jedem Signaleingang, d. h. bei jeder Viertelperiode, inkrementiert wird, und  $k$  der Laufindex des festen Zeitrasters ist, der bei jedem neuen Meßwert für die Periodendauer auf Null rückgesetzt wird. Statt der letzten vier Meßwerte können je nach Anforderung auch mehr oder weniger Meßwerte berücksichtigt werden, z. B. nur die letzten beiden.

Die Parameter  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$  modellieren das Gesamtsystem der Antriebsvorrichtung, d. h. Motor **10**, Kraftübertragungskomponenten und Deckel, und sind durch die Federsteifigkeiten, Dämpfungen und Reibungen des Gesamtsystems bestimmt. Daraus ergibt sich eine Bandpaßwirkung mit der Eigenschaft, daß spektrale Anteile des Periodenzeitraufs, die von Vibrationen herrühren, schwächer bewertet werden als solche, die von einem Einklemmfall herrühren. Fig. 2 zeigt schematisch einen beispielhaften zeitlichen Verlauf der gemessenen Periodendauern  $T$  und der daraus abgeschätzten Periodendauern  $T^*$ . Die gestrichelte Kurve stellt den wahren Verlauf der Periodendauer dar.

Aus den so bestimmten Schätzwerten für die Periodendauer wird dann die Drehzahländerung zum Zeitpunkt  $[k]$ , bezogen auf den vorhergehenden Zeitpunkt  $[k-1]$ , abgeschätzt, wobei ein Motorspannungsfiler und ein Wegprofilfilter verwendet werden, um Einflüsse der Motorspannung und der Position, an welcher sich das bewegliche Fahrzeugteil, d. h. der Deckel, gerade befindet, auf die Motordrehzahl zu eliminieren, wobei folgende Formel verwendet wird:

$$\Delta N^*[k] = (T^*[k] - T^*[k-1]) / (T^*[k])^2 - V_u(U_m[k]) - V_r(x[k]) \quad (2)$$

wobei  $U_m[k]$  die Motorspannung zum Zeitpunkt  $[k]$  ist,  $V_u$  ein Motorspannungsfiler ist, welches die Abhängigkeit der Drehzahl von der von der Steuereinheit **24** erfaßten Motorspannung nachbildet,  $x[k]$  die Position des Deckels zum Zeitpunkt  $[k]$  ist und  $V_r$  ein Wegprofilfilter ist, das die Abhängigkeit der Motordrehzahl von der Position des Deckels nachbildet.

Das Motorspannungsfiler  $V_u$  bildet das dynamische Verhalten des Motors bei Spannungsänderungen nach. Vorzugsweise ist das Motorspannungsfiler  $V_u$  als Tiefpaß ausgebildet, dessen Zeitkonstante gleich der Motorzeitkonstante ist. Die Zeitkonstante ist abhängig von dem Betriebsfall, d. h. vom Öffnen oder Schließen des Deckels **54** in Schiebe- oder Absenkrichtung, und von der Größe der Spannungsänderung.

Das Wegprofilfilter  $V_r$  wird durch einen Lernlauf nach Einbau der Antriebsvorrichtung in das Fahrzeug automatisch ermittelt. Dabei ist während der Lebensdauer des Systems auch eine mehrfache Adaption an geänderte Betriebsbedingungen – z. B. durch Verschleiß – in bestimmten Intervallen möglich. Statt eines einzelnen Lernlaufs können auch aus mehreren (beispielsweise 50) Lernläufen ermittelte statistische Mittelwerte zur Datengewinnung für das Wegprofilfilter verwendet werden. Die Position des Deckels **54** wird, wie oben erwähnt, aus den mittels des Zählers **40** aufsummierten Impulssignalen der Hall-Sensoren **20**, **22** bestimmt.

Die Entscheidung, ob ein Einklemmfall vorliegt oder nicht, erfolgt anhand der folgenden Formel:

$$\Sigma(V_f \cdot \Delta N^*[k]) = \Sigma(\Delta F[k]) > F_{max} \quad (3).$$

Die abgeschätzten Drehzahländerungen  $\Delta N^*[k]$  werden mit einer festgesetzten zeitlich konstanten Untergrenze verglichen. Sobald sie diese Untergrenze übersteigen, werden sie jeweils mit einem Proportionalitätsfaktor  $V_f$  multipliziert, der die Steilheit der Motorkennlinie des Elektromotors **10** (Drehmoment über Drehzahl) wiedergibt. Die Steilheit ist bei konstanter Motorspannung und Motortemperatur in etwa konstant, ist jedoch für jeden Elektromotor **10** individuell verschieden. Um diese Einflüsse zu eliminieren, wird einerseits durch einen Temperaturfühler die Umgebungstemperatur erfaßt und die Motortemperatur über die Erfassung der Betriebsdauer genähert (statt der Umgebungstemperatur kann auch die Motortemperatur durch einen Temperatursensor am Elektromotor **10** direkt erfaßt werden). Andererseits werden bei jedem Elektromotor **10** vor dem Anschließen an den Deckel **54** im Rahmen der Fertigungsendprüfung bei konstanter Motorspannung zwei Wertepaare für Drehzahl und Drehmoment ermittelt und in dem Speicher **38** abgespeichert. Aus diesen Meßwerten wird die Steigung der Motorkennlinie ermittelt, woraus der Proportionalitätsfaktor  $V_f$  berechnet wird.

Das Produkt aus  $\Delta N^*[k]$  und  $V_f$  entspricht der Änderung  $\Delta F[k]$  der Krafteinwirkung auf die Verschiebewegung des Deckels **54** zum Zeitpunkt  $[k]$ , bezogen auf den Zeitpunkt

[k-1].

Die  $\Delta F[k]$ -Werte werden aufsummiert, solange die  $\Delta N^*[k]$ -Werte über der festgesetzten Untergrenze liegen. Sobald zwei aufeinanderfolgende  $\Delta N^*[k]$ -Werte wieder darunter liegen, wird die Summe auf Null gesetzt. Falls ein  $\Delta N^*[k]$ -Wert eine festgesetzte Obergrenze übersteigt, geht an Stelle dieses  $\Delta N^*[k]$  nur der Wert der Obergrenze in die Summe ein. Dies dient dazu, Einflüsse von Vibrationen, die zu kurzzeitigen periodischen Spitzen der Drehzahländerung führen, auf das Erkennen eines Einklemmfalles möglichst zu eliminieren. Diese Obergrenze kann im einfachsten Fall konstant gewählt werden. Um die Genauigkeit der Auslösung zu erhöhen, kann jedoch die Obergrenze auch in Abhängigkeit von der aktuell ermittelten Drehzahländerung zeitlich variabel gewählt werden, z. B. in der Form, daß die Obergrenze mit ansteigender aktueller Drehzahländerung angehoben wird.

Sobald die Summe der  $\Delta F[k]$  eine maximal zulässige Klemmkraft  $F_{\max}$  übersteigt, löst die Steuereinheit 24 durch Ansteuerung der Relais 26, 28 über die Schalter 30, 32 ein Reversieren des Elektromotors 10 aus, um einen eingeklemmten Gegenstand oder ein eingeklemmtes Körperteil sofort wieder frei zu geben.

Somit ist der Einklemmschutz durch das beschriebene Extrapolieren der Periodendauern auch zwischen zwei Meßwerten der Periodendauer jeweils zu festen Zeitpunkten aktiv, wodurch ein Einklemmfall früher, d. h. noch bei geringerer Einklemmkraft, erkannt werden kann, was Verletzungen oder Beschädigungen besser vorbeugt und dadurch die Sicherheit der Antriebsvorrichtung erhöht.

Um die Fehlauflösungswahrscheinlichkeit beim Auftreten von Rüttelkräften weiter zu verringern, kann eine spektrale Analyse der innerhalb eines bestimmten Zeitfensters bis zum Analysezeitpunkt ermittelten Drehzahländerungen vorgenommen werden. Bei Auftreten bestimmter spektraler Charakteristika, insbesondere bei Auftreten eines deutlich ausgeprägten Peaks, der nicht in dem für Einklemmfälle typischen Spektralbereich liegt, wird ein Auslösen verhindert, auch wenn die Schwelle  $F_{\max}$  überschritten wird.

In Fig. 3 ist schematisch eine zweite Ausführungsform der Erfindung dargestellt. Der wesentliche Unterschied zur oben beschriebenen ersten Ausführungsform besteht darin, daß parallel und unabhängig zu einer erfindungsgemäßen Extrapolation der gemessenen Periodendauern zu bestimmten Zeitpunkten und der Bestimmung von Schätzwerten für die Krafteinwirkung auf das verstellbare Fahrzeugteil in einer ersten Berechnung 50 eine zweite Berechnung 52 mit einem eigenen Parametersatz und einer anderen Abtaste durchgeföhrt wird, die ebenfalls einen Wert für die momentane Krafteinwirkung liefert. Für die Entscheidung, ob der Motor abgeschaltet bzw. reversiert werden soll, werden die Ergebnisse beider Berechnungen berücksichtigt. Dies ergibt sich aus folgenden Überlegungen:

Die Steifigkeit des Gesamtsystems setzt sich aus den Steifigkeiten der Schiebe-Hebe-Dachmechanik, des eingeklemmten Körpers sowie der Fahrzeugkarosserie zusammen.

Einerseits hängt die Steifigkeit des eingeklemmten Körpers von der Art des Körpers ab. Andererseits ist die Steifigkeit der Karosserie stark von dem Ort abhängig, an dem der Körper eingeklemmt wird. Dies gilt insbesondere bei der Absenkbewegung eines Deckels 54 aus einer Ausstellposition, siehe Fig. 4. Wird dabei ein Körper 56 im Bereich der Dachmitte eingeklemmt (in Fig. 4 mit 58 angedeutet), so ist das Gesamtsystem aufgrund der möglichen Durchbiegung der Deckelhinterkante wesentlich weicher als bei einem Einklemmen im Randbereich (in Fig. 4 mit 60 angedeutet).

Mit Abtaste ist im folgenden der Abstand der Zeitpunkte gemeint, zu welchen ein Wert für die momentane

Krafteinwirkung bestimmt wird. Wenn das System mit einer einzigen festen Abtaste arbeitet, können der Parametersatz der Berechnung, insbesondere die Schwell- bzw. Grenzwerte, und die gewählte Abtaste nur für eine einzige Steifigkeit des Gesamtsystems optimiert werden, wobei jedoch in der Praxis je nach Art und Stelle des eingeklemmten Körpers unterschiedliche Steifigkeiten des Gesamtsystems maßgeblich sein können.

Durch das Durchführen einer zweiten parallelen Berechnung 52 ist es möglich, durch entsprechende Wahl der Berechnungsparameter und der der Berechnung zugrunde liegenden Abtaste, d. h. der Wahl der Zeitpunkte, zu welchen ein neuer Wert der momentanen Krafteinwirkung berechnet wird, diese zweite Berechnung 52 für eine andere Steifigkeit zu optimieren.

Die zweite Berechnung 52 ist vorzugsweise für die Erfassung langsamer Krafteinwirkungsänderungen, d. h. kleiner Steifigkeiten, optimiert, während die erste Berechnung 50 für die Erfassung schneller Krafteinwirkungsänderungen, d. h. großer Steifigkeiten, optimiert ist.

In der Regel ist es bei der zweiten Berechnung 52 nicht erforderlich, eine Extrapolation von Meßwerten der Periodendauer durchzuführen, sondern es wird, je nach relevanten Steifigkeitsbereich, allenfalls nach Eingang eines neuen Meßwerts bzw. nur nach jedem n-ten Eingang eines Meßwerts eine Berechnung 52 eines neuen Werts der momentanen Krafteinwirkung vorgenommen. Grundsätzlich kann jedoch, falls erforderlich, auch die zweite Berechnung 52 einen Extrapolationsalgorithmus verwenden, wobei die Extrapolationszeitpunkte im einem größeren Abstand als bei der ersten Berechnung 50 gewählt sind.

Gemäß Fig. 3 wird in einer Drehzahlerfassungsstufe 62 aus den Eingangsgrößen Periodendauer  $T$ , Motorspannung, Deckelposition  $x$  sowie Motortemperatur gemäß den obigen Formeln (1) und (2) mit der ersten (höheren) Abtaste, d. h. zu den Meßzeitpunkten  $[i]$  und den Extrapolationszeitpunkten  $[k]$ , die aktuelle Drehzahländerung  $\Delta N^*$  bzw. die aktuelle Drehzahl  $N^*$  (diese ergibt sich aus  $N^*[k] = 1/T^*[k] - Vu(Um[k]) - Vr(x[k])$ ; statt  $[k]$  kann auch  $[i]$  stehen) bestimmt. Ferner wird die Motortemperatur bei der Drehzahlbestimmung bei der Umrechnung von Drehzahländerung in Kraftänderung gemäß Formel (3) berücksichtigt. Die erste Abtaste ist so gewählt, daß sie für die Erfassung von Einklemmfällen mit den höchsten zu erwartenden Systemsteifigkeiten optimal ist. Die Drehzahlerfassungsstufe 62 wird von der ersten Berechnung 50 und der zweiten Berechnung 52 gemeinsam verwendet.

In der ersten Berechnung 50 wird aus der Drehzahländerung  $\Delta N^*$  mittels der Formel (3) in der oben beschriebenen Weise unter Verwendung eines ersten Werts für die festgesetzte Untergrenze, eines ersten Werts für die festgesetzte Obergrenze sowie eines ersten Werts für den Schwellwert  $F_{\max}$  zu den durch die erste Abtaste festgelegten Zeitpunkten, d. h. den Extrapolationszeitpunkten  $[k]$ , festgestellt, ob die momentane Krafteinwirkung diesen ersten Schwellwert  $F_{\max}$  überschreitet. Die Werte dieses ersten Parametersatzes sind für die Erfassung von Einklemmfällen mit der größten zu erwartenden Systemsteifigkeit optimiert.

In der zweiten Berechnung 52 wird die Abtaste so gewählt, daß sie für die Erfassung von Einklemmfällen mit den niedrigsten zu erwartenden Systemsteifigkeiten optimal ist. Diese zweite Abtaste kann z. B. so gewählt werden, daß nur jeder vierte Meßwert der Periodendauer  $T$  berücksichtigt werden soll. In diesem Fall wird die zweite Berechnung nur bei jedem vierten Signaleingang von den Hall-Sensoren 20, 22 durchgeföhrt, d. h. es wird nur jede vierte von der Stufe 62 ermittelte Drehzahl  $N[i]$ , die auf eine gemessene Periodendauer  $T$  zurückgeht in der in Fig. 4 mit 66

angedeuteten Abtaststufe berücksichtigt (in Fig. 4 mit 66 angedeutet), die auf eine gemessene Periodendauer  $T$  zurückgeht. Die aus extrapolierten Periodendauern  $T^*$  ermittelten Drehzahlen  $N^*[k]$  werden natürlich ohnehin nicht berücksichtigt. Die zweite Berechnung 52 wird also nur zu jedem vierten Zeitpunkt  $[i]$  ausgeführt.

Zunächst wird dabei die Drehzahländerung  $\Delta N[i]$  gegenüber dem letzten Meßwert bestimmt. Dann wird in analoger Weise mittels der Formel (3) unter Verwendung eines zweiten Werts für die festgesetzte Untergrenze, eines zweiten Werts für die festgesetzte Obergrenze sowie eines zweiten Werts für den Schwellwert  $F_{\max}$  festgestellt, ob die momentane Krafteinwirkung diesen zweiten Schwellwert  $F_{\max}$  überschreitet. Die Werte dieses zweiten Parametersatzes sind für die Erfassung von Einklemmfällen mit der kleinsten zu erwartenden Systemsteifigkeit optimiert.

Für die Entscheidung, ob ein Einklemmfall vorliegt, d. h. der Motor abgeschaltet bzw. reversiert werden soll, werden die Ergebnisse der ersten und der zweiten Berechnung in einer Logikstufe 64 miteinander logisch verknüpft. Im einfachsten Fall ist das eine ODER-Verknüpfung. In diesem Fall wird also der Motor abgeschaltet bzw. reversiert, wenn eine der beiden Berechnungen einen Einklemmfall erfaßt hat. Die Entscheidung wird zu jedem Zeitpunkt, zu dem die erste Berechnung 50 ein neues Ergebnis liefert, vorgenommen. Da wesentlich seltener neue Ergebnisse der zweiten Berechnung 52 vorliegen, wird immer das letzte Ergebnis der zweiten Berechnung 52 der Logikstufe 64 zugeführt.

Durch die Verknüpfung der Ergebnisse der beiden Berechnungen 52, 54 können sowohl schnelle als auch langsame Krafteinwirkungsänderungen optimal erfaßt werden.

#### Bezugszeichenliste

10 Elektromotor	35
12 Welle	
14 Ritzel	
16 Antriebskabel	
18 Magnetrad	
20, 22 Hall-Sensoren	40
24 Steuereinheit	
26, 28 Relais	
30, 32 Umschalter	
34 Transistor	
36 Mikroprozessor	45
38 Speicher	
40 Zähler	
50 erste Berechnung	
52 zweite Berechnung	
54 Deckel	50
56 Einklemmkörper	
58 Position in Dachmitte	
60 Position im Dachrandbereich	
62 Drehzahlerfassungsstufe	
64 Logikstufe	55
66 Abtastungsstufe	

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Verstellen eines Fahrzeugteils (54) zwischen mindestens zwei Stellungen, wobei das Fahrzeugteil (54) von einem Elektromotor (10) angetrieben wird, ein Pulssignal entsprechend der Drehbewegung des Elektromotors (10) erzeugt wird und einer Steuereinheit (24) zum Steuern des Elektromotors (10) zugeführt wird, in welcher zu bestimmten Zeitpunkten aus dem Pulssignal ein Wert für die aktuelle Krafteinwirkung auf das Fahrzeugteil (54) bestimmt wird, wobei

dieser Wert als ein Kriterium bei der Entscheidung verwendet wird, ob der Elektromotor (10) abgeschaltet bzw. reversiert wird oder nicht, dadurch gekennzeichnet, daß vor dem Anschluß des Elektromotors (10) an das Fahrzeugteil (54) an dem Elektromotor (10) Messungen zur Ermittlung der individuellen Motorkennlinie vorgenommen werden, wobei die so ermittelten Meßwerte bei der Bestimmung des Werts der Krafteinwirkung verwendet werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Zeitpunkt des Eingangs eines jeden Pulssignals an der Steuereinheit (24) erfaßt wird, aus mindestens einem Teil dieser bisher gemessenen Zeitpunkte jeweils ein Wert ( $\Delta N^*[k]$ ) für die Änderung der Motordrehzahl bestimmt wird und aus jedem Drehzahländerungswert durch Multiplikation mit einem Proportionalitätsfaktor ( $V_f$ ) ein Kraftänderungswert ( $\Delta F^*[k]$ ) berechnet wird, der bei der Bestimmung des Werts für die momentane Krafteinwirkung auf das bewegliche Fahrzeugteil verwendet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Proportionalitätsfaktor ( $V_f$ ) in Abhängigkeit von der Motorkennlinie gewählt ist.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Motorkennlinie dadurch ermittelt wird, daß bei fester Motorspannung zwei Wertepaare von Drehzahl und Drehmoment gemessen werden.

5. Verfahren nach Anspruch 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Proportionalitätsfaktor ( $V_f$ ) in Abhängigkeit von der Motortemperatur gewählt ist.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Motortemperatur dadurch abgeschätzt wird, daß die Umgebungstemperatur und die Betriebsdauer des Motors (10) erfaßt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Kraftänderungswerte aufsummiert werden, sobald die abgeschätzte Drehzahländerung einen unteren Schwellwert übersteigt.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß, wenn die abgeschätzte Drehzahländerung ( $\Delta N^*[k]$ ) einen oberen Schwellwert übersteigt, statt der abgeschätzten Drehzahländerung nur der obere Schwellwert in die Summation eingeht.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der obere Schwellwert in Abhängigkeit von mindestens einem Teil der zuletzt ermittelten Drehzahländerungswerte ( $\Delta N^*[k]$ ) gewählt ist.

10. Verfahren nach Anspruch 2 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen zwei Pulssignal-Eingangszeitpunkten zu bestimmten Extrapolationszeitpunkten ( $[k]$ ) der Wert für die momentane Krafteinwirkung auf das Fahrzeugteil (54) bestimmt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils bei Eingang eines neuen Pulssignals aus der Differenz zu mindestens einem früheren Pulssignalmeßwert ein Meßwert der aktuellen Periodendauer ( $T[i]$ ) der Motordrehung bestimmt wird, wobei zu jedem Extrapolationszeitpunkt ( $[k]$ ) ein Schätzwert der aktuellen Periodendauer ( $T^*[k]$ ) unter Berücksichtigung mindestens einer vorangegangenen gemessenen Periodendauer ( $T[i-1]$ ,  $T[i-2]$ ,  $T[i-3]$ ) ermittelt wird und aus den abgeschätzten Periodendauern der Wert für die Drehzahländerung ( $\Delta N^*[k]$ ) bestimmt wird.

12. Verfahren nach Anspruch 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Motor (10) von der Steuereinheit (24) abgeschaltet oder reversiert wird, sobald der Wert der aktuellen Krafteinwirkung einen vorbe-

stimmten Auslöseschwellwert ( $F_{\max}$ ) übersteigt.

13. Antriebsvorrichtung für ein zwischen mindestens zwei Stellungen bewegliches Fahrzeugteil (54), mit einem Elektromotor (10) zum Antreiben des Fahrzeugteils (54) und einer Einrichtung (18, 20, 22) zum Erzeugen eines Pulssignals entsprechend der Drehbewegung des Elektromotors, das einer Steuereinheit (24) zum Steuern des Elektromotors (10) zugeführt wird, wobei die Steuereinheit (24) so ausgebildet ist, daß zu bestimmten Zeitpunkten aus dem Pulssignal ein Wert für die aktuelle Krafteinwirkung auf das Fahrzeugteil (54) bestimmt wird, wobei dieser Wert als ein Kriterium bei der Entscheidung verwendet wird, ob der Elektromotor (10) abgeschaltet bzw. reversiert wird oder nicht, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinheit (24) so ausgebildet ist, daß vor dem Anschluß des Elektromotors (10) an das Fahrzeugteil (54) an dem Elektromotor (10) Messungen zur Ermittlung der individuellen Motorkennlinie vorgenommen werden, wobei die so ermittelten Meßwerte bei der Bestimmung des Werts der Krafteinwirkung verwendet werden

14. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinheit (24) zum Ausführen des Verfahrens nach einem der Ansprüche 2 bis 12 ausgebildet ist.

---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

---

30

35

40

45

50

55

60

65

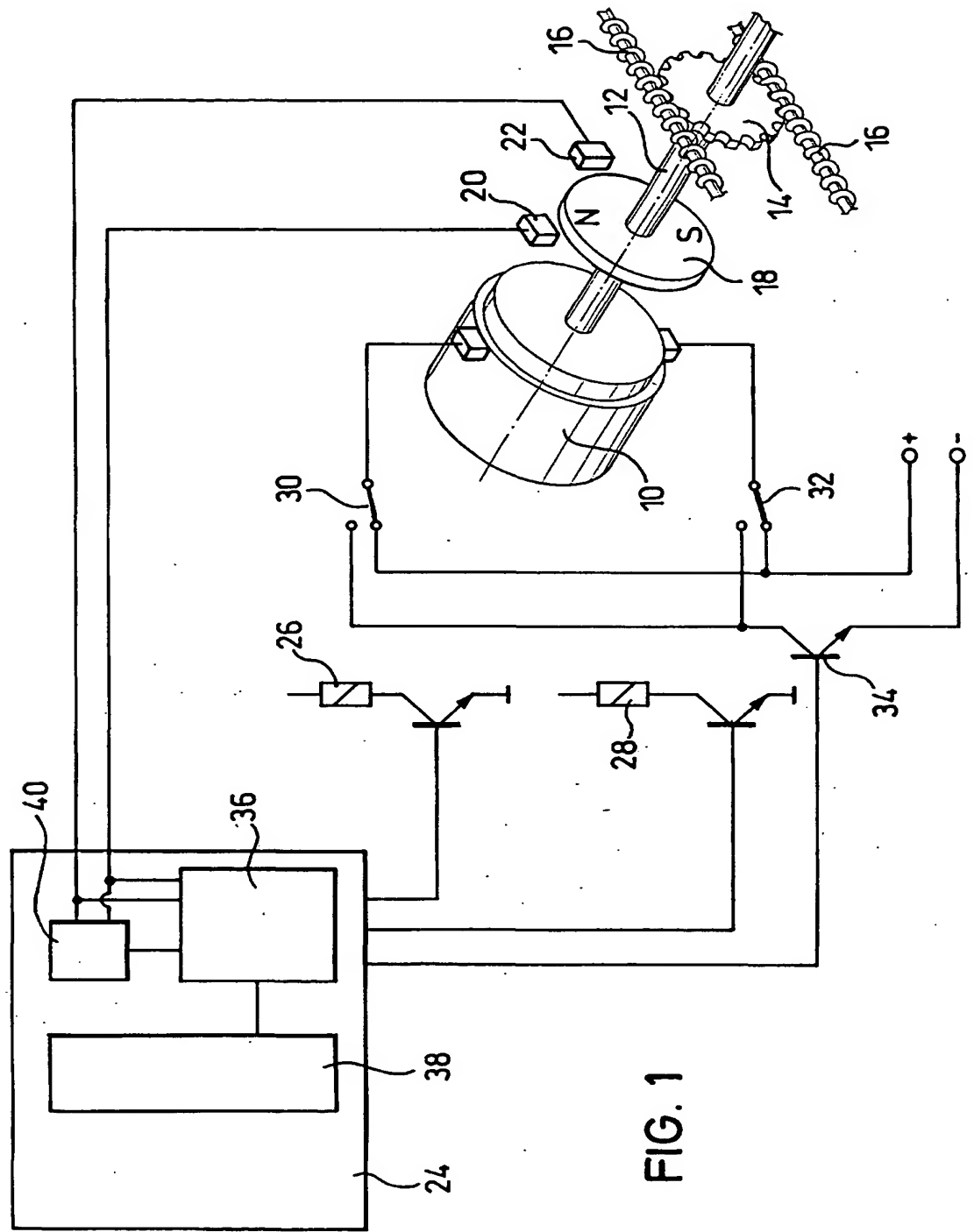


FIG. 1



FIG. 2

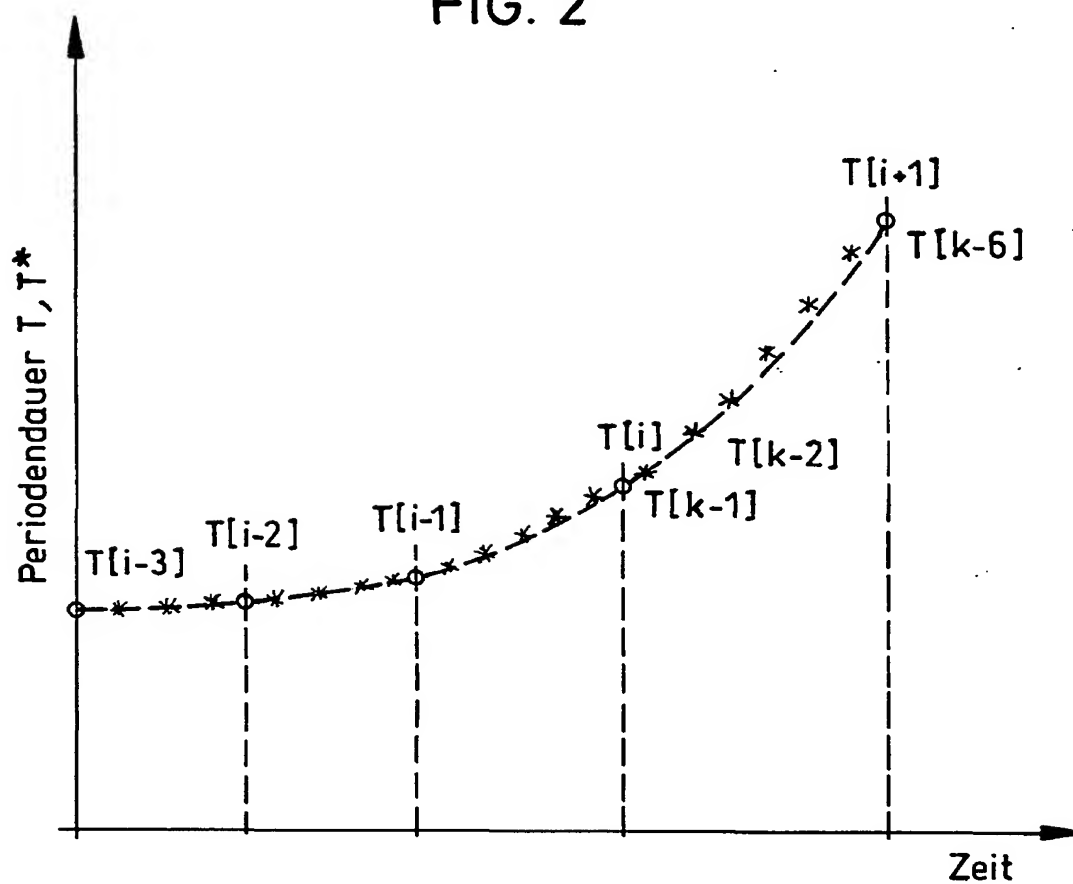
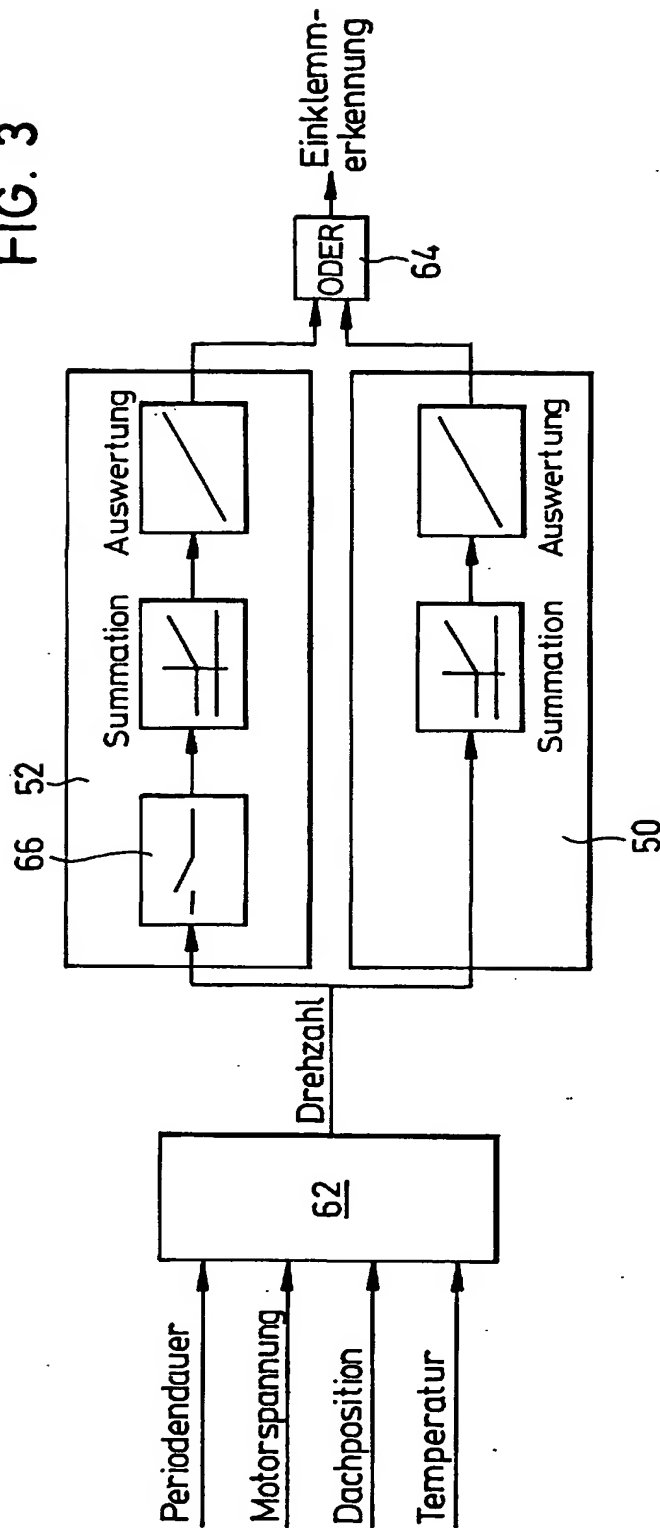
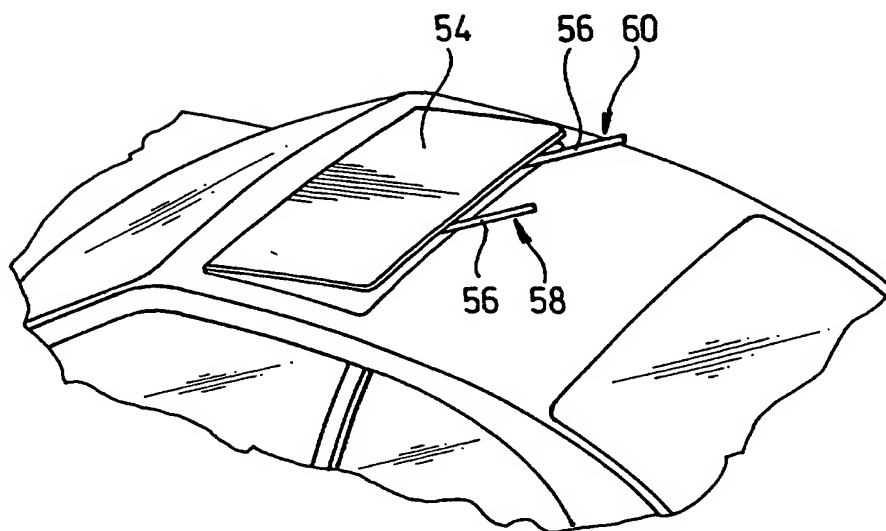


FIG. 3





**FIG. 4**